mémento sciences

ce qu'il faut VRAIMENT retenir !

1er cycle – PACES – prépas

Chimie organique

Tout en couleur

2e édition

Nicolas Rabasso



de boeck

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

Chimie organique



Disponibles dans la même collection

Ferry N. et Nguyên-Truster V., *La Reproduction des vertébrés*

Galas S., Descamps S., Martinez A.-M., *Le Cycle cellulaire*

Taillet R., *Électromagnétisme*

Taillet R., *Optique géométrique*

Taillet R., *Thermodynamique*

Vincent R., *Génétique moléculaire*

Vincent R. et Gaudriault S., *Génomique*

Du même auteur chez le même éditeur

Chimie organique. Généralités, études des grandes fonctions et méthodes spectrométriques

Chimie organique. Hétéroéléments, stratégies de synthèse et chimie organométallique

Chimie organique

Nicolas RABASSO

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web : **www.deboeck.com**

© De Boeck Supérieur s.a., 2012
Rue des Minimes 39, B-1000 Bruxelles

2e édition
2e tirage 2013

Conception graphique et réalisation : Bambook conception et réalisation en édition

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Imprimé en Belgique

Dépôt légal :
Bibliothèque nationale, Paris : février 2012
Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2012/0074/033
ISBN 978-2-8041-65659

Avant-propos

L'objectif de cet ouvrage est simple : c'est un livre de petit format et léger qui est fait pour se glisser dans toutes les poches afin de vous suivre partout et de pouvoir vous rafraîchir la mémoire sur tel ou tel chapitre de chimie organique.

Ici seul l'essentiel est présenté, pour avoir plus de détails et plus d'exemples, il faudra aller consulter des ouvrages plus détaillés.

Vous trouverez à la fin du livre une planche détachable qui résume les notions importantes à retenir pour chaque groupement fonctionnel. Cette planche résume la réactivité de chacun des groupements étudiés vis-à-vis d'un nucléophile, d'un électrophile et d'une base. Une définition et des exemples sont donnés pour chacun des termes.

Je tiens à remercier tous ceux qui par leur remarques sur la première édition du mémento ont permis d'améliorer cet ouvrage. En particulier, je tiens à remercier Anne Vidal pour tous ces commentaires. Enfin, un grand merci aux éditions de Boeck et particulièrement à Fabrice Chrétien et Florence Lemoine avec qui j'ai toujours beaucoup de plaisir à travailler.

Table des matières

Avant-propos V

Chapitre 1 — Fonctions les plus courantes 1

Hydrocarbures 1
Fonctions oxygénées 4
Fonctions azotées. 8

Chapitre 2 — pKa des fonctions courantes 21

Chapitre 3 — Structure atomique et liaisons chimiques 27

La liaison chimique 27
Hybridation. 29
État d'hybridation des espèces chargées 32

Chapitre 4 — Stéréochimie. 35

Quelques définitions 35
Configuration absolue 38
Chiralité et symétrie. 43
Représentation de Fischer 44
Méso, érythro, thréo *48*
Représentation de Newman 49

Chapitre 5 — Effets électroniques 53

Effets inductifs 53

Effets mésomères 54

Chapitre 6 — Alcènes 57

Caractéristiques 57
Formation 58
Réactivités 60

Chapitre 7 — Alcynes 67

Caractéristiques 67
Réactivité 68

Chapitre 8 — Hydrocarbures aromatiques 71

Caractéristiques 71
Substitutions électrophiles aromatiques 72
Oxydations 74
Réductions 75

Chapitre 9 — Dérivés halogénés 77

Caractéristiques 77
Formation 77
Réactivité 78

Chapitre 10 — Alcools et phénols 83

Généralités 83
Réactivité 84

Chapitre 11 — Aldéhydes et cétones 89

Généralités 89
Préparation 90
Réactivité 93

Chapitre 12 — Acides carboxyliques et dérivés. 101
Acide carboxylique. 101
Ester. 103
Amides 107
Nitriles. 109
Ordre de réactivité. 112
Chapitre 13 — Amines. 113
Caractéristiques 113
Formation 114
Réactivité 115
Chapitre 14 — Organomagnésiens 119
Caractéristiques 119
Réactivité 120
Annexes
Réactivité des groupements fonctionnels. 123
Pour en savoir plus. 125

Chapitre 1.

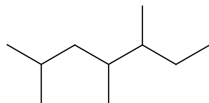
Fonctions les plus courantes

1. Hydrocarbures

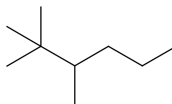
Les hydrocarbures sont des composés dont la formule brute est de type C_xH_y (alcanes, alcènes, alcynes, dérivés aromatiques).

Alcanes

Formule brute : C_nH_{2n+2} pour les composés acycliques
Suffixe : « ane »
Méthane, éthane, propane et butane sont des gaz, de pentane à hexadécane se sont des liquides, au-delà ce sont des graisses.
Exemples :



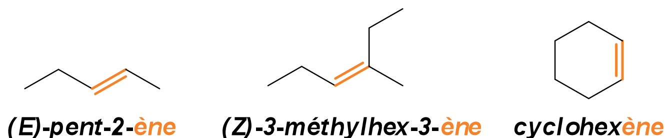
2,4,5-triméthylheptane



2,2,3-triméthylhexane

Alcènes

Formule brute : C_nH_{2n} pour les composés acycliques
Stéréochimie : *E* et *Z*
Suffixe : « ène »
Exemples :

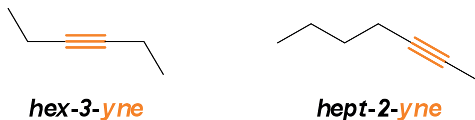


Alcynes

Formule brute : C_nH_{2n-2} pour les composés acycliques
Alcynes vrais = triple liaison en bout de chaîne = liaison C≡C-H, donc proton acide (pKa = 25).
Suffixe : « yne »
Exemples :

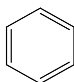


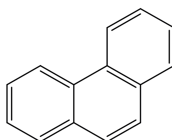
Alcynes disubstitué = triple liaison en milieu de chaîne.
Exemples :

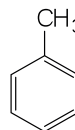


Aromatiques

Composé qui répond aux règles suivantes : 4n + 2 électrons π, tous les électrons π dans le même plan, molécule cyclique, électrons π sont délocalisables. Pas de suffixe particulier pour les composés aromatiques.
Exemples :


benzène


phénanthrène

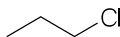


toluène

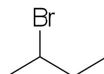
Dérivés halogénés

Ils comportent un atome d'halogène noté X, X = F, Cl, Br, I.
Préfixes : « fluoro », « chloro », « bromo », « iodo »

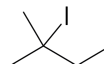
R—X



1-chloropropane



2-bromobutane



2-iodo-2-méthylbutane

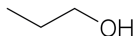
2. Fonctions oxygénées

Alcools

Il existe trois classes d'alcools.
Suffixe : « ol »
Préfixe : « hydroxy »

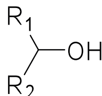
- Alcool primaire : groupe OH relié à un carbone de type CH_2. pKa = 16.

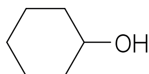




propan-1-ol

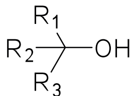
- Alcool secondaire : groupe OH relié à un carbone de type CH. pKa = 16,5.

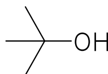




cyclohexanol

- Alcool tertiaire : groupe OH relié à un carbone qui ne porte pas de H. pKa = 17

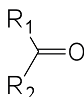


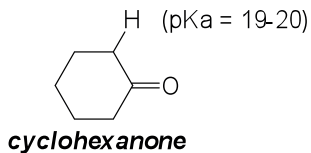


2-méthylpropan-2-ol

Cétones

Le proton sur le carbone au pied du carbonyle est acide. pKa = 19-20.
Suffixe : « one ».
Préfixe : « oxo ».





cyclohexanone

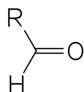
Aldéhydes

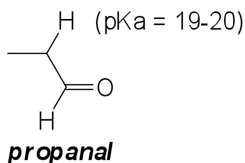
Le proton sur le carbone en α du carbonyle est acide. pKa = 19-20.



Attention : *l'aldéhyde est représenté par le motif « CHO », ne surtout pas mettre « COH » qui est faux !*

Suffixe : « al ».
Préfixe : « formyl ».



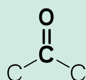


propanal

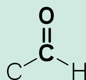


Ce qu'il faut vraiment retenir

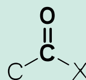
Le motif C=O, ou carbonyle, est un cas particulier. En effet, **ce n'est pas une fonction mais juste un motif que l'on rencontre dans de nombreuses fonctions**. *Lorsqu'on observe ce motif C=O, il est nécessaire d'observer les atomes qui sont liés à ce motif. Ce n'est qu'en regardant ces atomes que l'on pourra définir la fonction.*



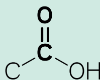
cétone



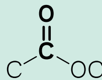
aldéhyde



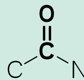
halogénure d'acide



acide carboxylique



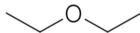
ester



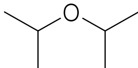
amide

Éthers

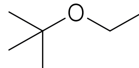
Oxygène relié à deux atomes de carbones hybridés *sp*^{3} ou tétragonaux.



éthoxyéthane
diéthyle éther
éther éthylique
éther



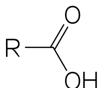
2-isopropoxypropane

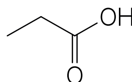


2-éthoxy-2-méthylpropane

Acides carboxyliques

pKa = 4-5.
Préfixe « acide » **et** suffixe « oïque ».
Motif : CO_2H

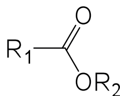


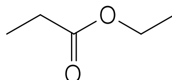


acide propanoïque

Esters

Suffixe « oate »



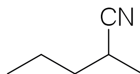


propanoate d'éthyle

Nitriles

Suffixe : « nitrile »
Préfixe : « cyano ».



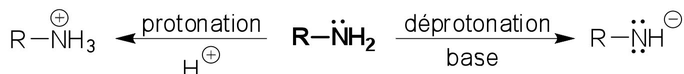


2-méthylpentanenitrile

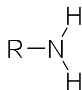
3. Fonctions azotées

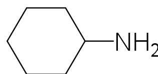
Amines

Suffixe : « amine »
Préfixe : « amino »
Comme pour les alcools, il existe trois classes d'amines. Amine = azote relié à un carbone hybridé *sp*^{3}.
Les amines ont un caractère amphotères elles peuvent être protonées ou déprotonées. Les pKa mentionnés sont ceux de la déprotonation.



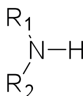
- Amine primaire : deux H sur l'atome d'azote. pKa = 38.

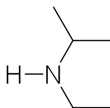




cyclohexanamine

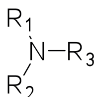
- Amine secondaire : un H sur l'azote. pKa = 36.

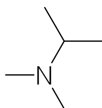




N-éthylpropan-2-amine

- Amine tertiaire : que des carbones sur l'azote.



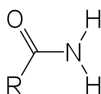


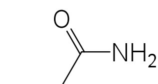
N-éthyl-N-méthylpropan-2-amine

Amides

Comme pour les amines et les alcools il existe trois classes d'amides.
Amide = azoté relié à un motif carbonyle.
Suffixe : « amide ».

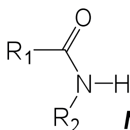
- Amide primaire : deux H sur l'azote. pKa = 17.

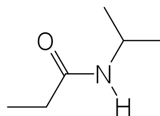




propionamide

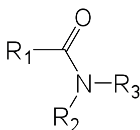
- Amide secondaire : un H sur l'azote. pKa = 17.

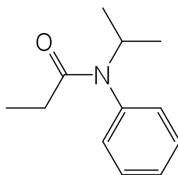




N-isopropylpropionamide

- Amide tertiaire : que des carbones sur l'azote.





N-isopropyl-N-phénylpropionamide

Nomenclature

La nomenclature systématique établit pour chaque molécule un nom différent qui permet de retrouver facilement sa structure.

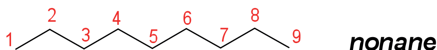
Les alcanes sont des molécules contenant juste des atomes de carbone et d'hydrogène et ont pour formule brute C_nH_{2n+2}. Les chaînes alkyles, qu'on rencontre dans toutes les molécules organiques, possèdent une nomenclature particulière résumée dans le tableau ci-après.

Nombre d'atomes de carbone	1	2	3	4	5	6
Nom	Méthane	Éthane	Propane	Butane	Pentane	Hexane
Radical ou groupe alkyle	Me (Méthyle)	Et (Ethyle)	Pr (Propyle)	Bu (Butyle)	Pent (Pentyle)	Hex (Hexyle)
Représentation	CH_3-	C_2H_5-	C_3H_7-	C_4H_9-	C_5H_{11}-	C_6H_{13}-

Nombre d'atomes de carbone	7	8	9	10	11	12
Nom	Heptane	Octane	Nonane	Décane	Undécane	Dodécane
Radical ou groupe alkyle	Hept (Heptyle)	Oct (Octyle)	Non (Nonyle)	(Décyle)	(Undecyle)	(Dodécyle)
Représentation	C_7H_{15}-	C_8H_{17}-	C_9H_{19}-	$C_{10}H_{21}$-	$C_{11}H_{23}$-	$C_{12}H_{25}$-

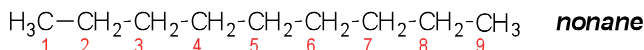
Pour nommer un alcane il est nécessaire de compter le nombre d'atomes de carbone présents le long de la chaîne carbonée la plus longue (ou principale). Les alcanes sont appelés en utilisant le suffixe « ane ».

écriture stylisée



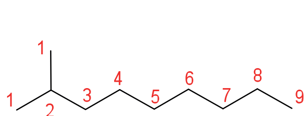
nonane

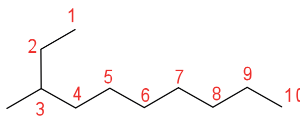
écriture avec tous les atomes



nonane

Lorsque la chaîne carbonée possède des substituants ou ramifications, il faut bien sûr en tenir compte dans le nom.





ici la chaîne carbonée la plus longue comporte dix atomes de carbone

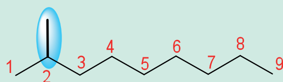


Ce qu'il faut vraiment retenir

Comment nommer les substituants ?

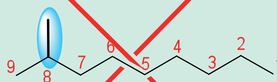
C'est simple : il suffit de numéroter les carbones de la chaîne la plus longue, puis on regarde à quel numéro le substituant est placé sur cette chaîne. Attention, le chiffre doit être le plus petit possible.

groupe méthyle



2-méthylnonane

groupe méthyle

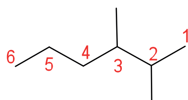


8-méthylnonane

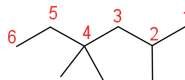
Ces deux produits sont identiques mais le nom du second est faux car le groupe méthyle doit avoir le plus petit numéro possible.

Que se passe t-il s'il y a deux ou plusieurs substituants sur une même chaîne carbonée ?

- Si c'est plusieurs fois le même substituant, on utilise les préfixes di-, tri-, tétra-, penta-, hexa- lorsqu'on a respectivement deux, trois, quatre, cinq ou six fois le même groupement.

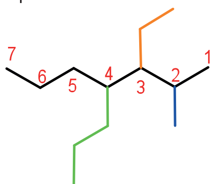


2,3-diméthylhexane

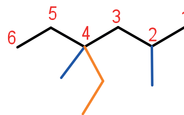


2,4,4-triméthylhexane

- Si on a plusieurs groupements différents, alors il faut les classer par ordre alphabétique.

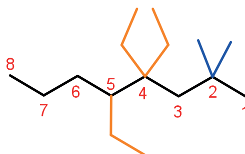


3-éthyl-2-méthyl-4-propyl**heptane**



4-éthyl-2,4-diméthyl**hexane**

Les préfixes multiplicatifs ne comptent pas dans le classement par ordre alphabétique. Ainsi « triéthyl » est prioritaire sur « diméthyl ».



4,4,5-triéthyl-2,2-diméthyloctane

Comment nommer les molécules qui possèdent des groupements fonctionnels ? Il suffit d'utiliser les suffixes ou préfixes des différents groupements fonctionnels.

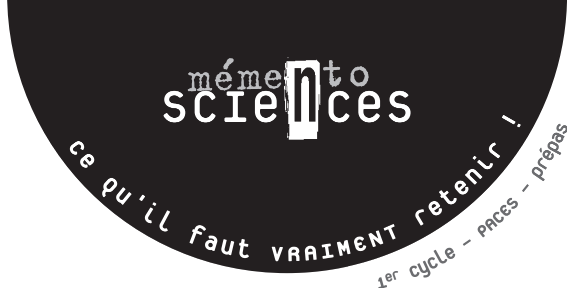
Pour en savoir plus

Paul Arnaud, Brigitte Jamart, Jacques Bodiguel, Nicolas Brosse,
Chimie organique, 18e édition, Dunod, 2009

Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Peter Wothers,
Chimie organique, De Boeck Université, 2002

Rémy Tuloup, *Synthèse Organique : Quelle est donc cette réaction ?,*
Polytechnica (Paris), 1994

Peter C. Vollhardt, Neil, E. Schore, *Traité de Chimie organique,*
5e édition, De Boeck Université, 2009



- une aide à l'acquisition des connaissances
- un outil de préparation des examens
- un manuel tout en couleur, petit et léger

Les notions essentielles de Chimie organique en moins de 150 pages !

Cet ouvrage a été conçu pour faciliter les révisions en rassemblant les idées-clés. Il est écrit de façon simple (comme des fiches de synthèse), facilitant la lecture, la compréhension et l'assimilation. Les éléments importants sont classés de façon méthodique, notamment sous forme de tableaux, afin de faciliter la mémorisation et la synthèse.

Vous trouverez à la fin du livre des planches détachables, qui résument les notions importantes à retenir pour chaque groupement fonctionnel. Ces planches résument la réactivité de chacun des groupements étudiés vis-à-vis d'un nucléophile, d'un électrophile et d'une base. Une définition et des exemples sont donnés pour chacun des termes.

ISBN : 978-2-8041-65659



CHIORGMEM

www.deboeck.com

Conception graphique : Primo&Primo